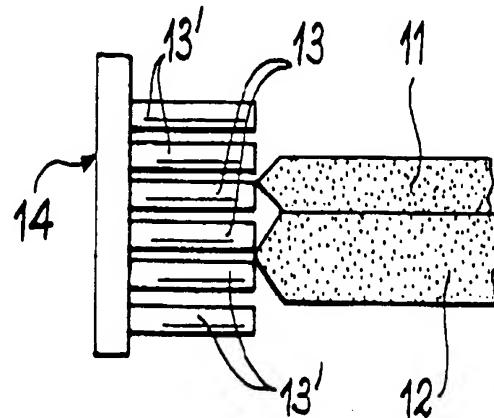


Lift-off device for flat pieces and its use

The device includes a separating tool having at least two flexible elements (13,13') which are held in a support (14). The flexible elements have a width in the direction perpendicular to the planes of wafers, held together by forces of attraction, which is less than the greatest separation of the wafers.

At least one of the wafers has an edge which is bevelled and the flexible elements comprise e.g. thin lamellae, or alternatively cylindrical elements. Several such separating elements may be provided, each including two of the separating lamellae, with a fan associated with the device.



(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° d'publication : 2 752 332
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : 96 10111
(51) Int Cl⁶ : H 01 L 21/46

(12)

BREVET D'INVENTION

B1

(54) DISPOSITIF DE DECOLLEMENT DE PLAQUETTES ET PROCEDE DE MISE EN OEUVRE DE CE DISPOSITIF.

(22) Date de dépôt : 12.08.96.

(30) Priorité :

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(43) Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.02.98 Bulletin 98/07.

(45) Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 11.09.98 Bulletin 98/37.

(71) Demandeur(s) : COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE ETABLISSEMENT DE CARACT SCIENT TECH ET INDUST — FR.

(72) Inventeur(s) : LAPORTE PHILIPPE.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : BREVATOME.

FR 2 752 332 - B1



DISPOSITIF DE DECOLLEMENT DE PLAQUETTES ET PROCEDE
DE MISE EN OEUVRE DE CE DISPOSITIF

DESCRIPTION

5

Domaine technique

La présente invention concerne un dispositif de décollement de plaquettes et son procédé 10 de mise en oeuvre.

Etat de la technique antérieure

Le domaine de l'invention est celui de 15 l'électronique et de la technologie de fabrication de composants.

Dans un article intitulé « Bonding Of Silicon Wafers For Silicon-On-Insulator » de W.P. Maszara, G. Goetz, A. Caviglia et J.B. McKitterick 20 (Applied Physics, 64(10), 15 novembre 1988, page 4943), on trouve une indication pour mesurer la force de liaison ou d'adhérence entre deux plaquettes « collées ». Pour cela une lame mince 10 est insérée entre les deux plaquettes 11 et 12, comme illustré sur 25 la figure 1. La force d'adhérence est mesurée par la longueur sur laquelle s'étend le décollement. Il découle de cet article qu'il est possible de séparer deux plaquettes en utilisant une telle technique.

Par contre le décollement par lame simple, 30 que présente cet article, n'est pas utilisé pour décoller les plaquettes comme une fin en soi, mais pour évaluer leur force d'attraction. Une telle solution nécessite la manipulation très précise (visée et guidage) de la lame pour l'insérer dans la jointure 35 entre les deux plaquettes. Une telle précision est

incompatible avec une automatisation rapide et bon marché de l'opération de décollement.

Dans le domaine de l'électronique de puissance on utilise des plaquettes de silicium de plus en plus minces (en comparaison au standard de la micro-électronique). Cette évolution génère deux principaux problèmes :

10 - le premier est la manipulation de substrats qui sont de plus en plus fragiles aux chocs et qui deviennent flexibles ;

- le second est le non fonctionnement avec des plaquettes minces, de nombreux équipements réglés ou construits pour traiter des plaquettes d'épaisseur plus importante.

15 Ce problème peut devenir celui de la micro-électronique traditionnelle, dans lequel on observe une augmentation du diamètre des plaquettes. Cette augmentation du diamètre s'accompagne d'une augmentation de l'épaisseur du substrat (pour des 20 raisons mécaniques) alors que les dispositifs électroniques ne sont construits que dans une couche superficielle de plus en plus mince. Une solution consiste alors à construire le dispositif dans une couche mince de silicium collée sur un substrat 25 vulgaire.

Cette solution mise en jeu pour construire des dispositifs sur des plaquettes minces utilise alors un « collage » provisoire de la plaque mince sur un support adapté en épaisseur au traitement à effectuer, 30 mais de même diamètre. le collage n'utilise pas de couche adhésive mais simplement les forces d'attraction des surfaces, comme les forces de Vans der Walls, les forces électrostatiques, ou les caractéristiques hydrophiles des surfaces.

Le collage provisoire des plaquettes en cours de fabrication impose plusieurs contraintes concernant la manipulation des plaquettes :

5 - on ne doit pas affecter physiquement ou chimiquement la partie active des plaquettes, c'est-à-dire les zones dans lesquelles sont construits les dispositifs.

- les plaquettes doivent être manipulées seulement par la périphérie.

10 Plus précisément la plaquette active peut être recouverte par des couches fines actives comme de la résine photosensible. Aussi les éléments séparateurs doivent être réalisés dans une matière qui ne génère pas de pollution physique ou chimique au niveau des 15 plaquettes, de nature à rendre les dispositifs réalisés sur ces dernières, inutilisables. En particulier, pour des plaquettes pour la fabrication des composants électroniques, il ne faut pas que les éléments séparateurs ramènent des composés alcalins comme le 20 sodium ou le potassium, ni de métaux lourds comme l'or.

En outre la dureté des matériaux des éléments séparateurs doit être inférieure aux couches rencontrées pour ne pas générer de rayures dans la zone de contact avec les plaquettes.

25 Enfin le matériau des éléments séparateurs doit être également suffisamment autoconsistant pour ne pas se délaminer ou desquamer et générer des particules susceptibles de se fixer sur les plaquettes.

30 Le problème est donc de disposer d'une solution technique pour décoller les plaquettes, qui soit automatisable, rapide, et qui ne génère pas de dégradation des plaquettes et des couches déposées sur la plaquette active. l'utilisation d'une lame, comme 35 décrit ci-dessus, impose une visée très précise de

l'espace laissé entre les plaquettes à leur périphérie (au moins une plaquette doit avoir un bord profilé). Après décollement des plaquettes il faut maîtriser le mouvement de chacune des deux plaquettes.

5

L'invention a pour objet d'apporter une solution au problème du décollement de plaquettes dans le cadre des contraintes évoquées ci-dessus en rendant moins critique le problème de positionnement.

10

Exposé de l'invention

La présente invention concerne un dispositif de décollement de plaquettes collées entre elles par l'intermédiaire de forces d'attraction, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble d'au moins deux éléments flexibles dont la largeur dans une direction perpendiculaire aux plans des plaquettes est inférieure au plus grand écart entre les extrémités des plaquettes, au moins une des plaquettes comportant une extrémité biseautée.

Dans une première variante les éléments flexibles sont des lames minces.

Dans une seconde variante les éléments flexibles sont des cylindres.

Avantageusement ledit dispositif comprend plusieurs structures séparatrices comportant chacune au moins deux éléments flexibles.

Ce dispositif peut comprendre un dispositif aspirant tel que par exemple une pipette aspirante.

Avantageusement chaque ensemble d'éléments flexibles (ou structure séparatrice) est maintenu dans un carénage pour limiter la déformation latérale et assurer une bonne pénétration entre les deux plaquettes.

Avantageusement l'extrémité des éléments flexibles est différente selon les configurations de plaquettes.

L'invention concerne également un procédé de mise en oeuvre de ce dispositif, dans lequel on réalise le décollement en au moins un point de la périphérie des plaquettes et dans lequel on maintient le décollement par insertion d'au moins un élément mécanique entre les deux plaquettes ou par soufflage de gaz pour empêcher les deux plaquettes de se coller à nouveau ou encore par escamotage d'au moins une des plaquettes.

L'invention propose une solution avantageuse à la manipulation de plaquettes et intéresse donc les équipementiers qui proposent des machines dans ce domaine. Les principaux marchés intéressés sont en particulier ceux de la fabrication des composants de puissance et des composants de type mémoire, microprocesseurs et composants à forte densité d'intégration, les fabricants de plaquettes type SOI.

Brève description des dessins

- La figure 1 illustre un dispositif de l'art antérieur ;
 - les figures 2 et 3 illustrent le dispositif de l'invention ;
 - les figures 4A à 7C illustrent 30 différentes variantes de réalisation du dispositif de l'invention.

Exposé détaillé de modes de réalisation

L'invention concerne un dispositif de décollement de plaquettes, par exemple de silicium.

5 Dans la suite, on va considérer successivement les deux fonctions de décollement des plaquettes et de maintien du décollement.

10 Pour le décollement l'invention considère un ensemble d'au moins deux éléments fins flexibles 13 et 13' (appelés aussi séparateurs ou encore structures séparatrices) qui sont amenés au contact du biseau des plaquettes 11 et 12, comme illustré sur les figures 2 et 3, au moins une de ces plaquettes ayant un extrémité biseautée. Sur ces figures on a représenté six éléments 15 flexibles.

Sur la figure 2 les éléments 13 et 13' sont approchées des plaquettes 11, 12 qui sont collées, les éléments 13 venant naturellement en bonne position, les éléments 13' n'ayant alors pas d'action.

20 Sur la figure 3, lorsque les éléments sont rapprochées des plaquettes, les éléments 13, ici au nombre de deux, écartent les plaquettes 11 et 12.

25 Ces éléments 13 et 13' doivent avoir une épaisseur inférieure à l'écart laissé par le ou les biseaux des tranches dans la direction perpendiculaire aux surfaces des plaquettes. Par exemple, pour deux plaquettes 11 et 12 de 240 µm d'épaisseur, avec un biseau symétrique, cette dimension sera inférieure à 230 µm. Ces éléments 13 et 13' peuvent avoir une 30 dimension quelconque dans la direction parallèle à la surface.

Le décollement doit être assuré en au moins un point (ou zone) de la périphérie des plaquettes, mais plusieurs points répartis sur la périphérie

peuvent être utilisés comme illustré sur les figures 5A et 5B.

Sur la figure 4A les séparateurs sont des lames minces.

5 Sur la figure 4B les séparateurs sont des cylindres.

Sur la figure 5A plusieurs structures séparatrices 14, 15 sont utilisées en même temps.

10 Sur la figure 5B un dispositif aspirant 16, par exemple une pipette aspirante, permet d'escamoter la plaquette support et évite ainsi le recollement. Le recollement peut également être évité par soufflage de gaz entre les plaquettes ou par insertion d'un élément mécanique 19.

15

Dans l'invention la mise en oeuvre d'un ensemble d'éléments 13, 13' assure qu'au moins un élément se trouve naturellement en bonne position pour assurer l'écartement des plaquettes.

20

L'excursion mécanique des éléments flexibles vers le centre des plaquettes est limitée à une zone extérieure aux zones actives, ce qui garantit le respect des zones actives de la plaquette.

25

L'opération de séparation peut, bien entendu, être appliquée à plusieurs plaquettes simultanément. Ainsi dans un mode de réalisation on peut décoller un ensemble de plaquettes disposé dans une cassette. La plaquette support est retirée par exemple par une pipette aspirante tandis que les autres plaquettes décollées restent rangées dans la cassette en vue d'un traitement ultérieur.

30

Comme illustré sur les figures 5A et 5B, tout ensemble d'éléments séparateurs peut être maintenu dans un carénage (ou carter) 17, 18 pour limiter la

déformation latérale et assurer la bonne pénétration entre les deux plaquettes.

Le profil des éléments séparateurs peut être variable, par exemple de largeur croissante (de l'extérieur vers la base), comme illustré sur la figure 6, pour accentuer la séparation des deux plaquettes 11 et 12. En outre, l'extrémité de ces éléments séparateurs peut être adaptée en fonction des configurations comme illustré sur les figures 7A, 7B et 7C, qui représentent trois profils possibles mais non limitatifs de l'extrémité d'un élément séparateur. Ce profil peut ainsi être optimisé en fonction de la conformation des plaquettes à séparer (par exemple : profil parallélépipédique, rond ou encore effilé).

15

Pour maintenir le décollement, le dispositif de l'invention peut être complété par exemple, par l'insertion d'un élément mécanique de préférence plus rigide qu'un élément flexible entre les deux plaquettes ou par un soufflage de gaz qui empêche les deux plaquettes de se coller à nouveau.

La mise en oeuvre de ces deux fonctions de décollement des plaquettes et de maintien du décollement permet de séparer rapidement et automatiquement des paires de plaquettes.

Dans un exemple de réalisation on utilise une structure de type « brosse à dents » composée de faisceaux de poils de Nylon. Chaque poil a un diamètre d'environ 100 µm et une longueur d'environ 9 mm. Chaque faisceau est constitué d'une cinquantaine de poils dans un diamètre de 1,5 mm. Les faisceaux sont organisés en quatre rangées de sept. Chaque faisceau est distant de 2,5 mm de faisceau voisin. l'extrémité des poils

correspond à la forme illustrée sur la figure 7B. La course latérale est limitée à 8 mm par un carter en PVC. Ce carter libère l'extrémité des poils sur 3 mm.

Les éléments séparateurs sont réalisés dans
5 une matière qui ne génère pas de pollution physique ni chimique au niveau des plaquettes, de nature à rendre inutilisables les dispositifs réalisés sur ces dernières. En particulier, pour des plaquettes pour la fabrication des composants électroniques, il ne faut
10 pas ramener des composés alcalins comme le sodium ou le potassium, ni de métaux lourds comme l'or. La dureté des matériaux est de préférence inférieure à celle des couches rencontrées pour ne pas générer de rayures dans la zone de contact avec les plaquettes. Le matériau est
15 également de préférence suffisamment autoconsistant pour ne pas se délaminer ou desquamer et générer de particules susceptibles de se fixer sur les plaquettes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de décollement de plaquettes (11, 12) collées par l'intermédiaire de forces d'attraction, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble (14) d'au moins deux éléments flexibles (13, 13') dont la largeur dans une direction perpendiculaire aux plans des plaquettes est inférieure aux plus grand écart entre les extrémités des plaquettes (11, 12), au moins une des plaquettes (11, 12) comportant une extrémité biseautée.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments flexibles (13, 13') sont des lames minces.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments flexibles (13, 13') sont des cylindres.
4. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs structures séparatrices (14, 15) comportant chacune au moins deux éléments flexibles.
5. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif aspirant (16).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un ensemble d'éléments flexibles est maintenu dans un carénage (17, 18) pour limiter la déformation latérale et assurer une bonne pénétration entre les deux plaquettes.
7. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'extrémité des éléments flexibles est différente selon les configurations de plaquettes.

8. Procédé de mise en oeuvre du dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on réalise le décollement en au moins un point de la périphérie des plaquettes, et en 5 ce que l'on maintient ledit décollement.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le maintien dudit décollement est réalisé par insertion d'au moins un élément mécanique (19) entre les deux plaquettes.

10. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que le maintien du décollement est réalisé par soufflage de gaz qui empêche les deux plaquettes de se coller à nouveau.

11. Procédé selon la revendication 8, 15 caractérisé en ce que le maintien du décollement est réalisé par escamotage d'au moins une des plaquettes.

1 / 2

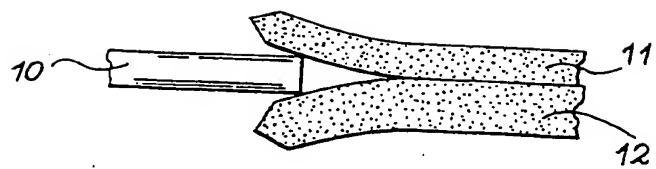


FIG. 1

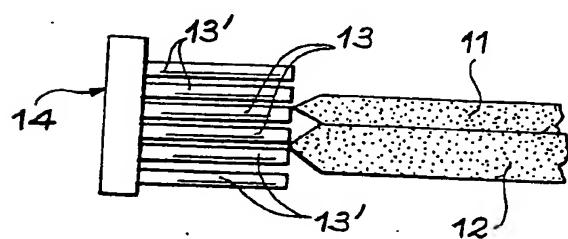


FIG. 2

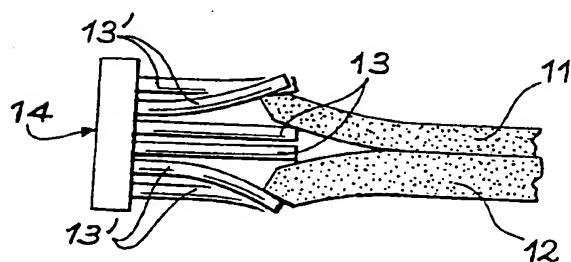


FIG. 3

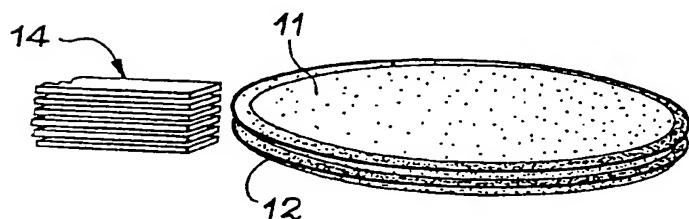


FIG. 4A

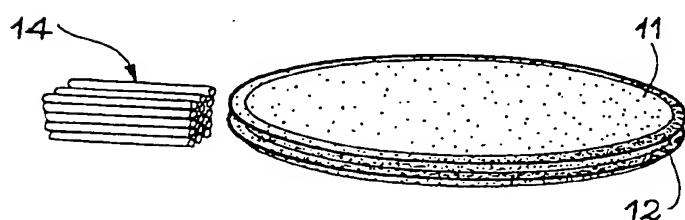


FIG. 4B

2/2

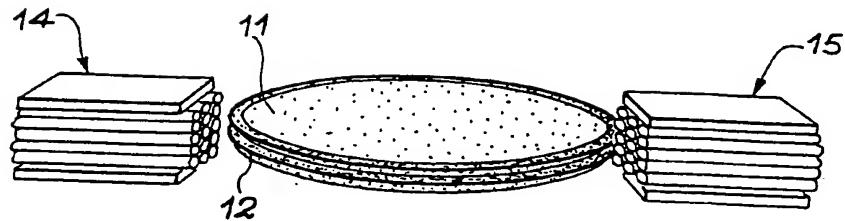


FIG. 5A

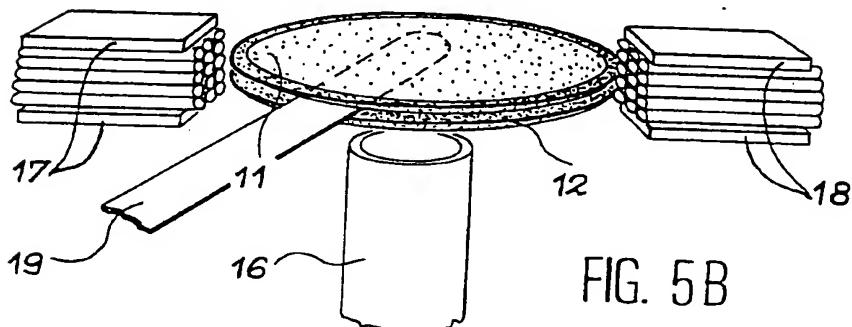


FIG. 5B

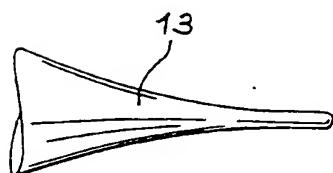


FIG. 6

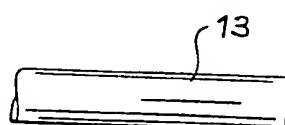


FIG. 7A

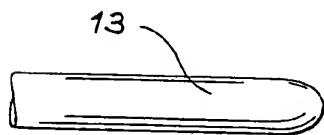


FIG. 7B

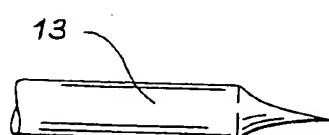


FIG. 7C

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-17 et R.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

Après l'accomplissement de la procédure prévue par les textes rappelés ci-dessus, le brevet est délivré. L'Institut National de la Propriété Industrielle n'est pas habilité, sauf dans le cas d'absence manifeste de nouveauté, à en refuser la délivrance. La validité d'un brevet relève exclusivement de l'appréciation des tribunaux.

L'I.N.P.I. doit toutefois annexer à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention. Ce rapport porte sur les revendications figurant au brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DU PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

- Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.
- Le demandeur a maintenu les revendications.
- Le demandeur a modifié les revendications.
- Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.
- Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.
- Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

- Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.
- Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.
- Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.
- Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

N° d'enregistrement national : 96 10111

N° de publication : 2752332

1.ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
NEANT	
2.ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL	
<p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol.16, no. 158 (E-1191), 17 Avril 1992 & JP 04 010454 A (SANYO)</p> <p>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 13, no. 33 (M-789), 25 Janvier 1989 & JP 63 242842 A (MITSUBISHI)</p>	
3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES	
Référence des documents (avec indication, le cas échéant, des parties pertinentes)	Revendications du brevet concernées
NEANT	